

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh dělicí stěny Design of Dividing Wall

Student:
Vedoucí bakalářské práce:

Kamila Jurgová
Dr. Ing. Plchová Anna

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Kamila Jurgová**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 60 Průmyslový design
Téma: **Návrh dělící stěny**
Design of Dividing Wall
Jazyk vypracování: čeština
Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši v oblasti existujících dělících stěn.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cíli práce.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní. Využijte workbench Human Builder - CAD/CAM/CAE systému CATIA.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty, rovněž s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce bude vyhotovena v souladu s požadavky a předpisy Fakulty strojní.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1, dílenský výkres.
9. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] FS_SME_05_003 verze: G *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*
- [2] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.* Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [3] NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů.* 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.
- [4] BOHÁČEK, F. *Části a mechanismy strojů I a II.* Brno: VUT Brno, 1987.
- [5] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [6] DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů.* Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3.
- [7] PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.
- [8] Učební texty pro oblast „Ergonomie“ dostupný z www: <URL: <http://lms.vsb.cz/course/view.php?id=30750>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Kamila Jurgová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Nádražní 843, Jablunkov

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JURGOVÁ, K. *Návrh dělicí stěny : bakalářská práce*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2017, 35 s. Vedoucí práce: Plchová, A.

Bakalářská práce se zabývá návrhem dělicí stěny do interiéru. Mimo jiné jsou zde i shrnuty jisté možné řešení, jež jsou dostupné na trhu. Práce je řešena s ohledem na ergonomii, s důrazem na funkčnost a design. Důležitou vlastností je modulárnost dělicí stěny, kterou je možné sestavit dle rozměrů dané místnosti a potřeby uživatele.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JURGOVÁ, K. *Design of Dividing Wall : bachelor thesis*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2017, 35 pg Supervisor: Plchová, A

The bachelor thesis is about design of dividing wall. Among other things, there are summarized other possibilities of solutions which are available. The thesis is solved with regard to ergonomics, with emphasis on functionality and design. An important feature is the modularity of the dividing wall, which can be assembled according to the dimension of the room and the needs of the user.

OBSAH

Seznam použitých značek a symbolů	8
1 Úvod	9
2 Cíle práce	9
3 Rešerše	10
3.1 Interiér/Exteriér	11
3.2 Materiál	12
3.3 Způsob usazení	13
4 Vlastní řešení	
4.1 Návrhy a volba varianty	15
4.2 Zvolení vhodných parametrů z ergonomického hlediska	16
4.3 Zvolení parametrů hlavního modulárního prvku	17
4.4 Boční spojovací prvek	19
4.5 První rendery	19
4.6 Tvarové řešení podstavců	20
4.7 Spojení podstavce s hlavním prvkem	22
4.8 O-kroužky	23
4.9 Výpočty	24
4.10 Volba materiálu	27
5 MKP v software Inventor	28
6 Workbench Human Builder	31
7 Vizualizace	32
8 Závěr	34
Poděkování	35
Seznam obrázku:	36
Použité softwary:	37
Seznam příloh:	37

Seznam použitých značek a symbolů

Symbol	Název	Jednotka
σ	napětí	MPa
F	síla	N
S	plocha	m
M	hmotnost	kg
G	tíhové zrychlení	m/s ²
N	počet prvků	-
π	ludolfovo číslo	-
ρ	hustota	kg/m ³
v	výška	m
r	poloměr	m
V	objem	m ³
m	hmotnost	kg
z_T	zetová souřadnice těžiště	m
a	délka	m
W	mechanická práce	J

1 Úvod

Ve světě interiérového designu se stále častěji setkáváme s jedním pokojem, který plní funkci více místností. Často se kombinuje například: kuchyň, jídelna a obývací pokoj. Díky tomu se v jednom pokoji prolínají různé struktury, materiály a tvary. Prostor může působit trochu chaoticky a nejednotlivě. Dalším negativem takového uspořádání je nedostatek soukromí v jednotlivých částech. Řešením může být dělicí stěna, která funkční prostory rozdělí, ale zároveň prostor opticky nezmenší a zachová jeho celistvost. A právě tímto tématem se zabývá moje práce.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je navrhnout dělicí stěnu, která by splňovala tyto kritéria:

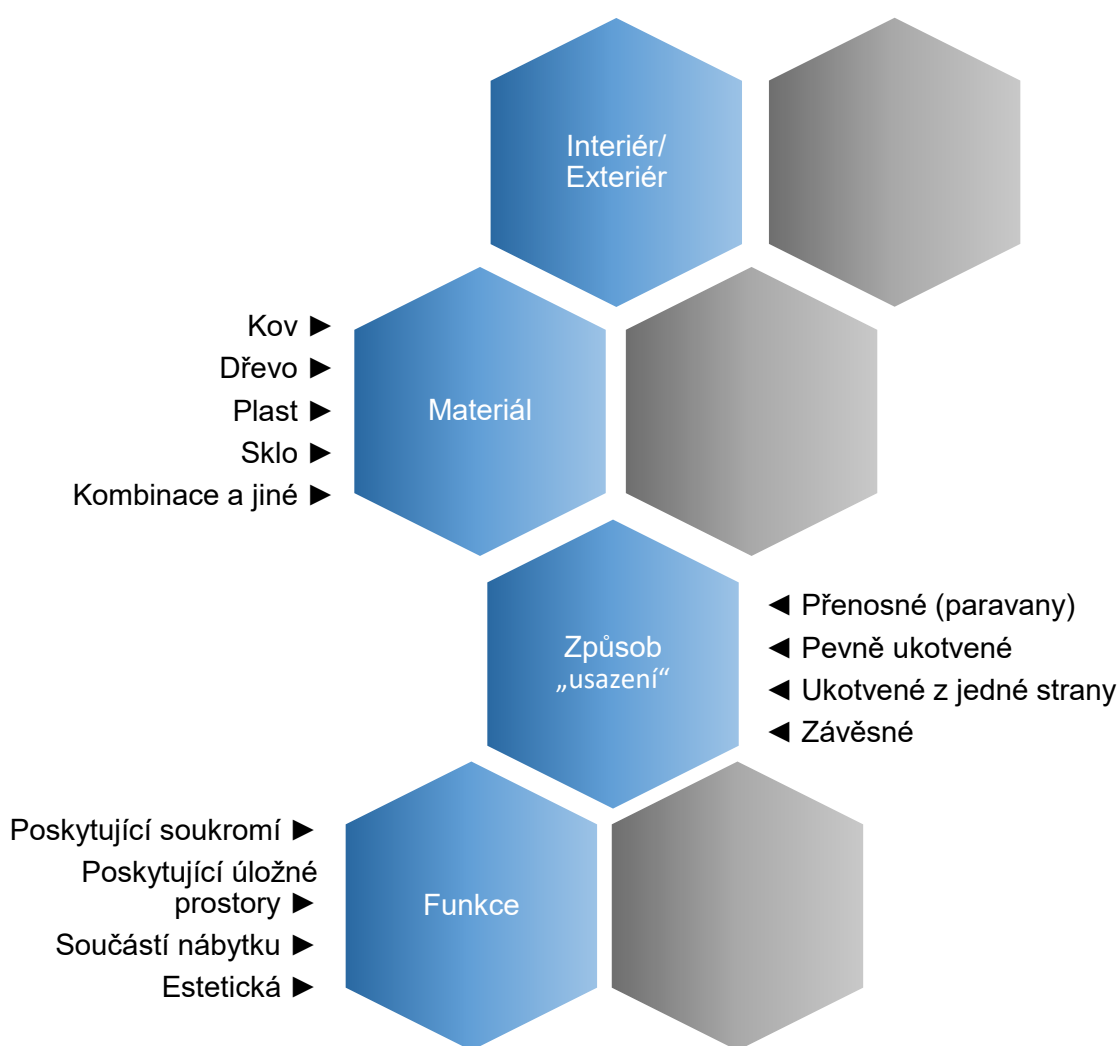
- Zvolení vhodných parametrů z ergonomického hlediska,
- Přizpůsobení požadavkům současného designu,
- Navržení vhodného materiálu,
- Zaručení jednoduché manipulace,
- Zaručení modulárnosti.

Další cíle:

- Provedení výpočtů,
- Provedení MKP analýzy,
- Vizualizace,
- Sestavení reálného modelu.

3 Rešerše

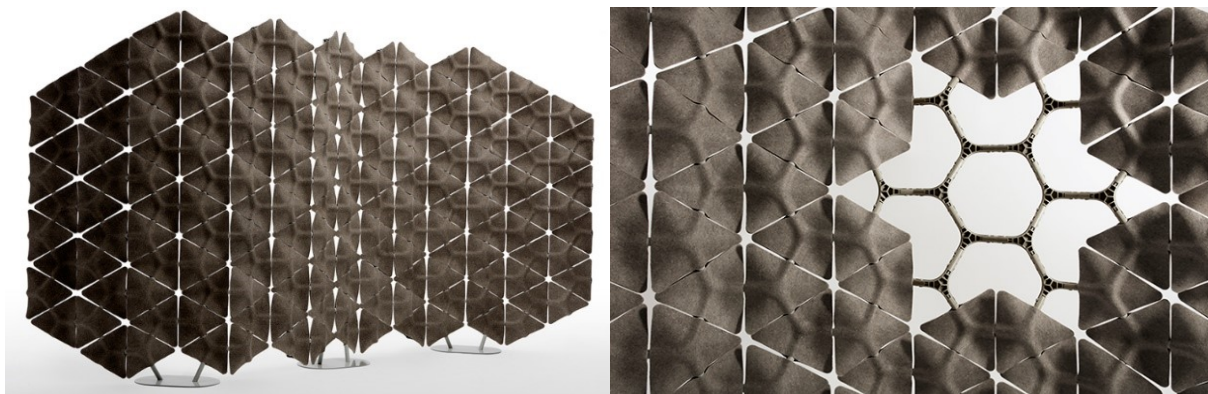
V dnešní době je trh s produkty opravdu přesycen. Výjimkou není ani nabídka dělicích stěn (i když jsou na trhu relativně krátce, pokud pomineme klasické příčky). Dělicí stěny se používají nejen v interiéru, ale také v exteriéru. Lze zde zahrnout i ploty, altány a ohrady. Dělicí stěny lze členit dle typu „usazení“, materiálu, funkce, struktury atd. Můžou být součástí nábytku. A jelikož je možností opravdu mnoho, vytvořila jsem pro větší přehlednost graf (Viz Obrázek 3). Rešerše se zabývá spíše dělicími stěnami, které mají význam z designového hlediska.



Obrázek 3.1 – Graf členění

3.1 Interiér/Exteriér

Elegantní interiérová stěna paravánového typu Scale je určená do pracovního prostředí. Jejím účelem je zlepšení akustiky a zpříjemnění prostoru díky sochařským tvarům. Výhodou je modulárnost, lze ji formovat dle potřeby. Scale je lehce rozebíratelná a sestavitelná. Materiál je recyklovatelný.



Obrázek 3.2 – Scale, design: Woven Image a Layer

Venkovní lavička Landscape firmy mmcité slouží jako dělicí prvek. Je vyrobená z masivního dřeva a pozinkované ocele. Díky převýšenému opěradlu vytváří jistou dávku soukromí. Vyrábí se v různých variantách: jednostranná či oboustranná, v obloukové či přímé variantě. Má využití v parcích, na hřištích či na jiných veřejných prostranstvích.



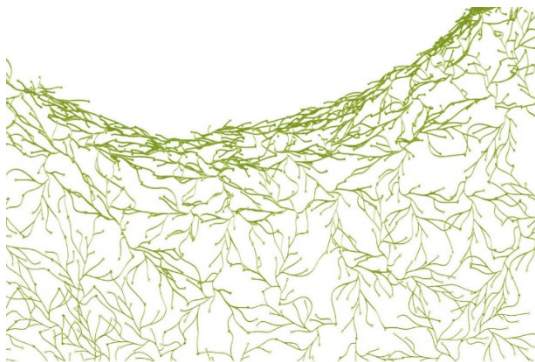
Obrázek 3.3 – Landscape, design: David Karásek

3.2 Materiál



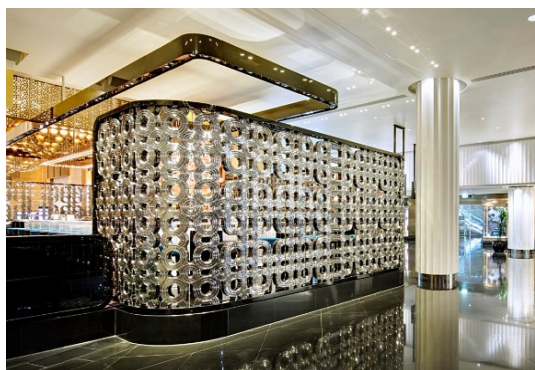
Obrázek 3.4 –Hudson, design: Giorgio Cattelan

Modulární knihovna může mít funkci dělicí stěny. Tato knihovna Hudson firmy Cattelan Italia má rámy vyrobeny z kovu a poličky ze dřeva. Jednoduchý a příjemný design se hodí téměř do každé místnosti. Navíc poskytuje úložný prostor.



Obrázek 3.5 –Algue, design: Ronan a Erwan Bouroullec

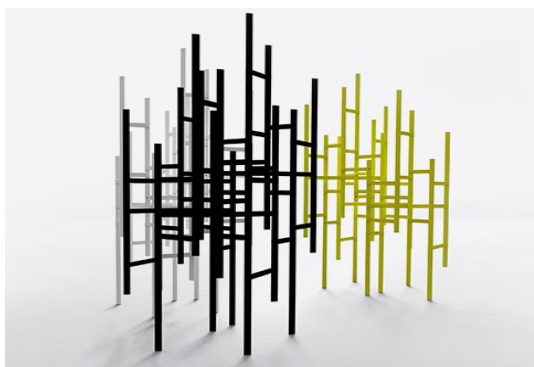
Plastové prvky Aglue (z francouzštiny „mořská řasa“) připomínající rostlinu mohou být libovolně vrstveny a tvořit lehkou či hustou strukturu síťové dělicí stěny. Vyrábí je firma Vitra. Jsou k dostání v různých barevných provedeních.



Obrázek 3.6 –Lasvit Crystal Wall

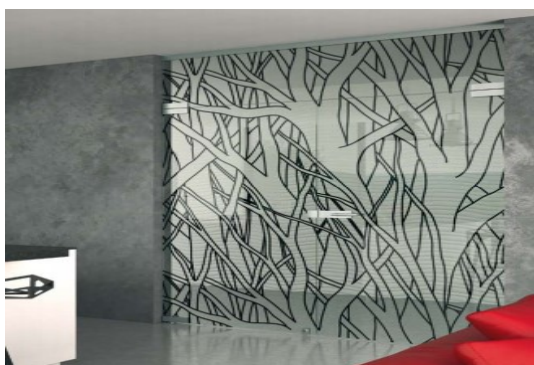
Luxusní, honosná stěna z českého křišťálu Lasvit Crystal Wall byla inspirována československou architekturou 60. let. Její pevná konstrukce působí kontrastně ke křehkosti skla.

3.3 Způsob usazení



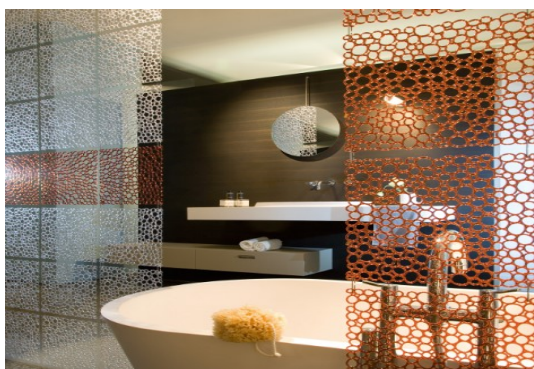
Obrázek 3.7 –Swarm, design: Mike & Maaike

Netypická stěna Swarm paravánového typu znázorňuje dynamiku hejna či roje. Byla inspirována přírodou. Vyrábí ji firma Council.



Obrázek 3.8 –Sigma

Skleněná stěna firmy J.A.P. Použitá stěna v tomto případě může mít dekorativní funkci.



Obrázek 3.9 –Oxygen B1

Oxygen B1 je jednoduchý závěsný systém z plastu. Využívá se hlavně v koupelnových prostorech, jelikož plastový materiál dlouhodobě odolává vlivům vody a nepodléhá korozi.

3.4 Funkce



Obrázek 3.10 –Shade

Firma Makro nabízí skládací paravan Shade s panely různých barev, které mohou být vybaveny zrcadlem či poličkami a kapsami. Tento produkt je určen hlavně do koupelen a má zaručit nutnou dávku soukromí. Navrhl jej designér Marco Taietta pro firmu Makro.



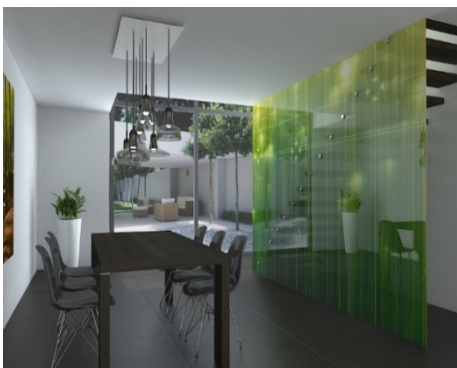
Obrázek 3.11 –The lynko system

Systém paravánového typu The Lynko System má hlavně úložnou funkci a je navržen ve více verzích: šatní, pracovní, relaxační, hrací, jídelní a verzi pro upravování. The Lynko System je velmi modulární a lze ho jednoduše přemísťovat. Navrhla jej italská designérka Natalia Géci.



Obrázek 3.12 –Element

Sedací stěna Element se skládá s čalouněných prvků, jež lze přizpůsobit dle potřeby. Tvoří soukromý prostor a příjemnou atmosféru díky vrstveným opěradlovým dílům. Navrhl jej designér Boris Klimek.

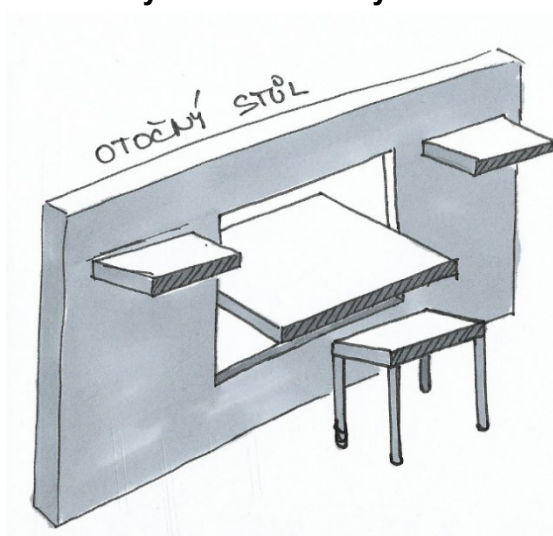


Obrázek 3.13 –Skleněná dělící stěna

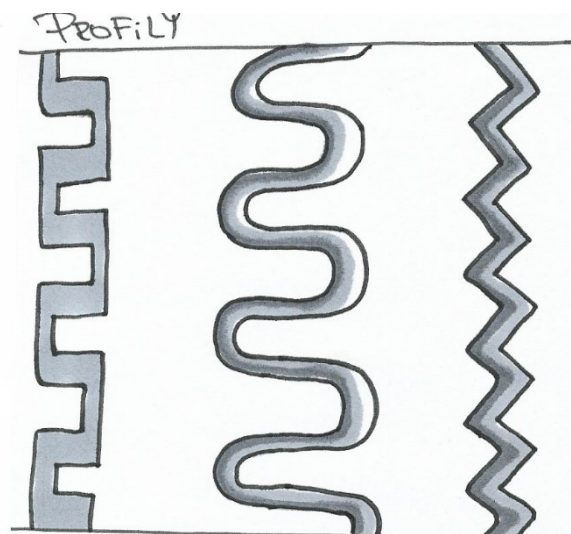
Firma Image Glass nabízí skleněné stěny na míru dle přání zákazníka. Každá stěna se tak stává unikátní. Stěny jsou vyráběny pomocí moderních technologií (keramický digitální potisk). V tomto případě stěna zajišťuje prostor kolem schodiště.

4 Vlastní řešení

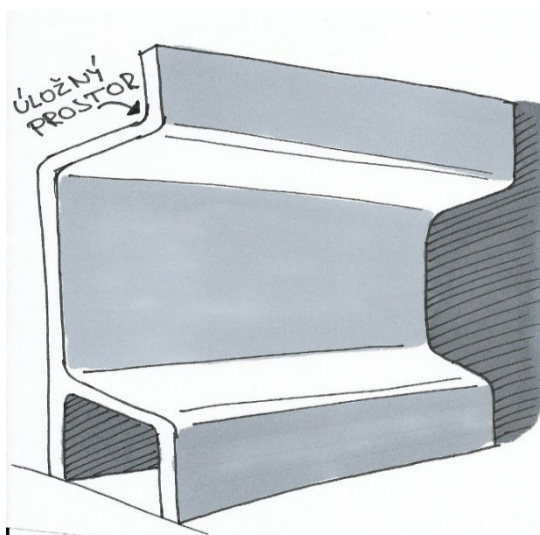
4.1 Návrhy a volba varianty



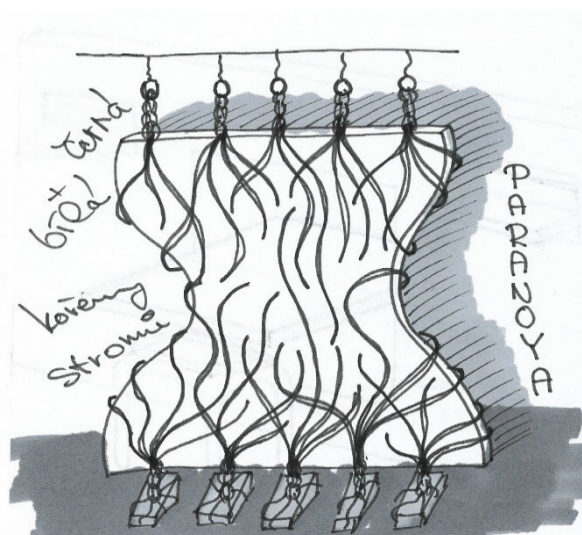
Obrázek 4.1 – Otočný stůl



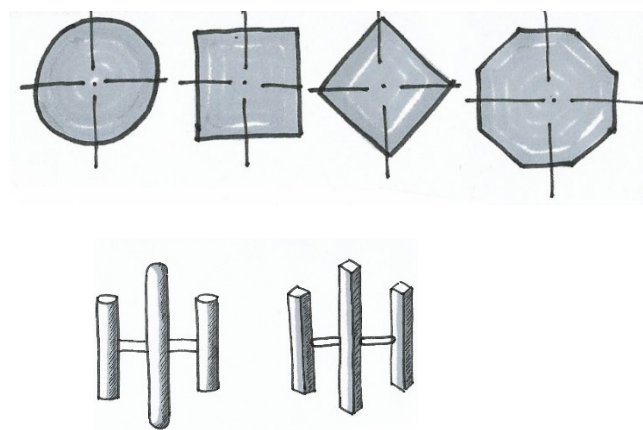
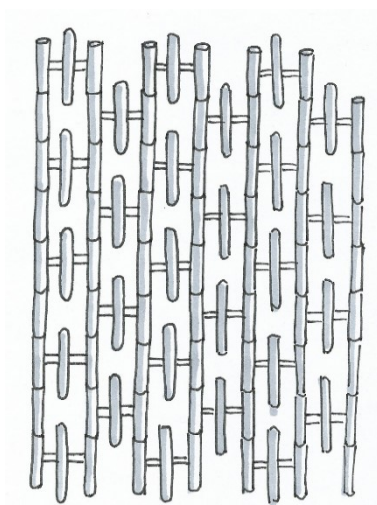
Obrázek 4.2 - Profily



Obrázek 4.3 - Lavička



Obrázek 4.4 - Paranoya



Obrázek 4.5 – Skládaná stěna

Volba řešení

Vybrala jsem si poslední variantu řešení (Viz Obrázek 4.5), jelikož potencionálně splňuje předdefinované cíle práce a je designově zajímavá. Skládá se z jednoho hlavního modulárního prvku, jež se opakuje. Díky tomu je zajištěna modulárnost a možnost přizpůsobení dle potřeb uživatele. Tato vlastnost je velmi důležitá u jakéhokoliv produktu.

Hlavní modulární prvek může být tvořen různými tvary, které jsou vyobrazeny na obrázku 4.5. V rámci minimalizace nákladů na výrobu by byl pro výrobu nejvhodnější hranolový nebo válcový tvar. Já jsem zvolila tvar válcový, jelikož po vymodelování v programu Autodesk Inventor 2016 vypadal lépe.

Hlavní modulární prvek se skládá se čtyř válcových částí. Tři části jsou vertikální, z toho na dvě boční lze navázat další prvek, čtvrtá část je horizontální a menšího průměru a zbylé části propojuje.

V následujících kapitolách jsou řešeny parametry a další propojovací části dělicí stěny.

4.2 Zvolení vhodných parametrů z ergonomického hlediska

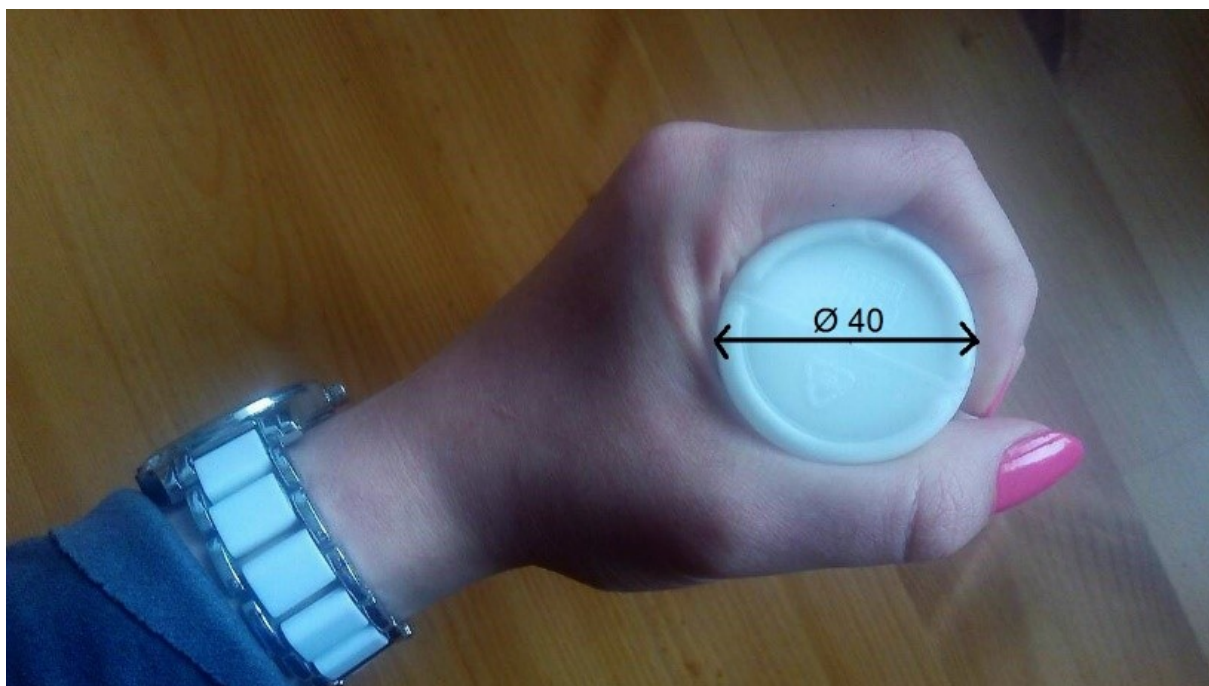
Ergonomie je vědecká disciplína, která se zabývá vztahy mezi člověkem a ostatními prvky pracovního systému. Při návrhu stěny je nutno respektovat ergonomická hlediska. Ergonomie – se mimo jiné zabývá optimalizací tvarů a rozměrů nábytku či nástrojů, jejich uspořádáním v pracovním prostoru a řešením pracovních podmínek z pohledu člověka. [1]

Minimální světlá výška místností (Viz Tabulka 4.6) určuje maximální výšku dělicí stěny. Pokud není dělicí stěna pevně ukotvená ke stropu, je z pevnostního hlediska vhodné zvolit menší výšku dělicí stěny než je výška maximální, tzn. menší než 2100 mm. Menší výška zároveň dovoluje jednodušší manipulaci s již sestavenou stěnou.

Tabulka 4.6 – Minimální světlé výšky

minimální světlá výška místnosti (mm)	umístění
2100	podchodná výška vstupního prostoru bytu a komunikací bytů bytové domu místnosti a prostory rodinného domu, do kterých se vstupuje
2300	sušárny, prádelny, žehlírny rodinných domů
2300	prostor pro osobní hygienu
2300	obytné místnosti v podkroví
2500	místnosti pro odkládání odpadků v bytových domech a doporučená pro místnosti a společné prostory bytového domu, do kterých se vstupuje
2500	obytné místnosti rodinných domů
2600	obytné místnosti bytových domů

Při stanovení vhodných rozměrů modulárního prvku jsem respektovala ergonomické hledisko, které se týkalo výsledné hmotnosti dělicí stěny (viz výpočet kap. 4.9), ale také možnosti úchopu různých válcových předmětů. Pro určení vhodného průměru válcových částí dělicí stěny jsem provedla průzkum a stanovila jsem konečný průměr válcového prvku na 40 mm (Viz obrázek 4.7). Tento průměr by měl zaručit jednoduchou manipulaci.

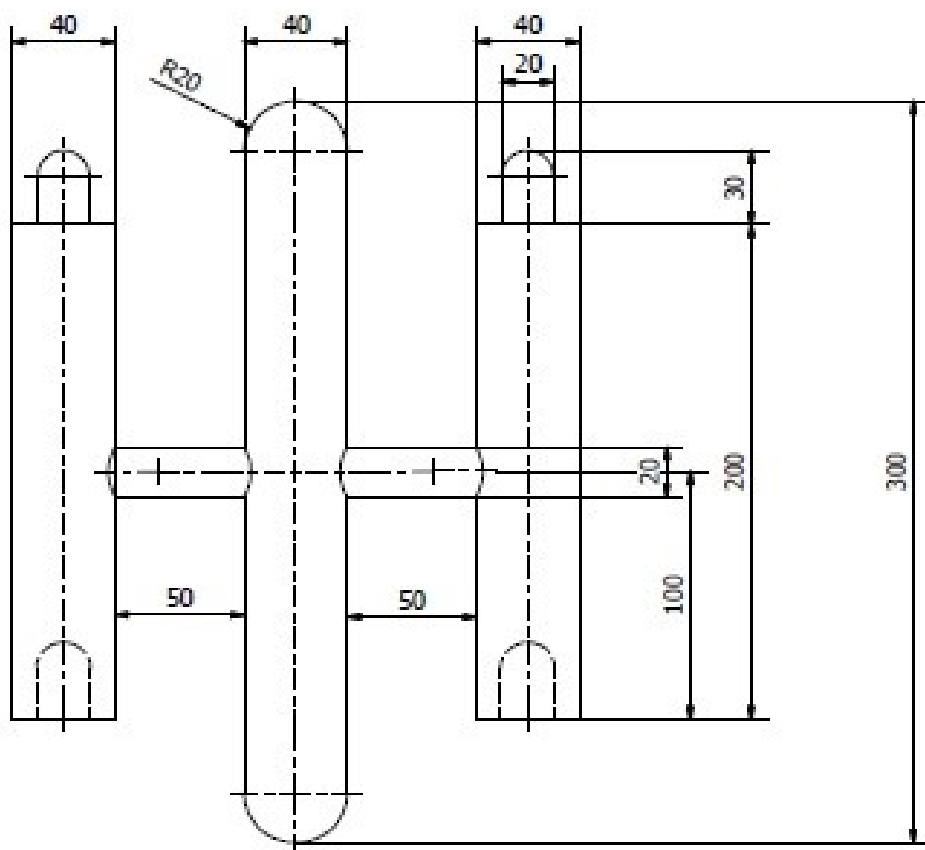


Obrázek 4.7 – Zvolení vhodného průměru

4.3 Zvolení parametrů hlavního modulárního prvku

Pomocí software Autodesk Inventor Professional 2016 (dále jen Inventor) jsem vymodelovala hlavní díl skládací dělicí stěny. Díky modelu jsem si uvědomila, jak působí vzdálenosti a rozměry prvku a vhodně je upravila. Prvek je modulární a lze ho na sebe skládat, čímž vzniká struktura dělicí stěny. Tento způsob zároveň umožňuje sestavení dle potřeb uživatele.

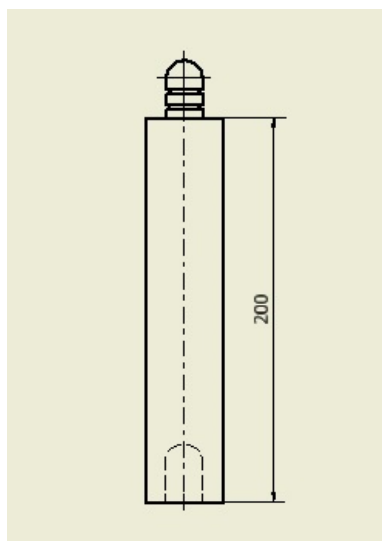
Z modelu hlavního dílu jsem následně vygenerovala schéma a určené rozměry v něm zaznamenala (viz Obrázek 4.8).



Obrázek 4.8 – Hlavní modulární prvek

4.4 Boční spojovací prvek

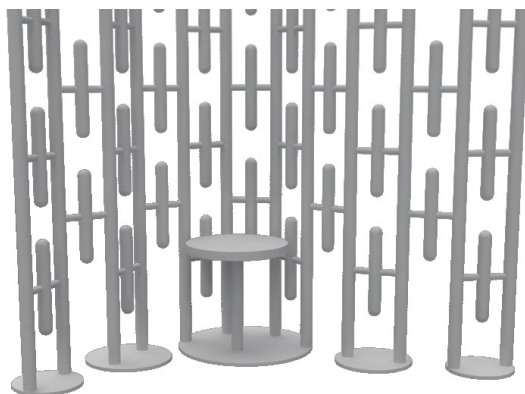
Pro spojení boční hrany stěny je použit obdobný prvek jako hlavní díl, který je složený pouze z jednoho hlavního válce (viz Obrázek 4.9).



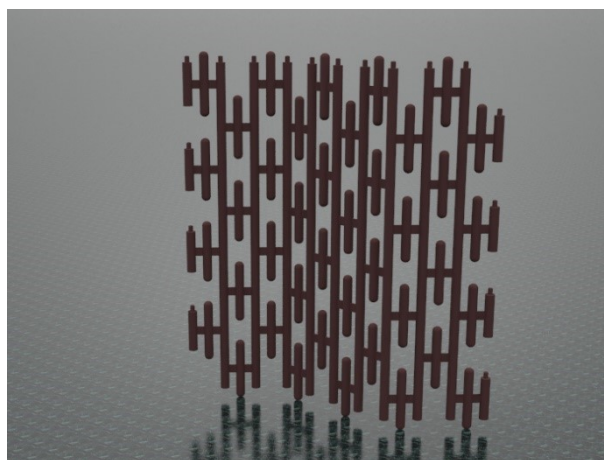
Obrázek 4.9 – Spojovací díl

4.5 První rendery

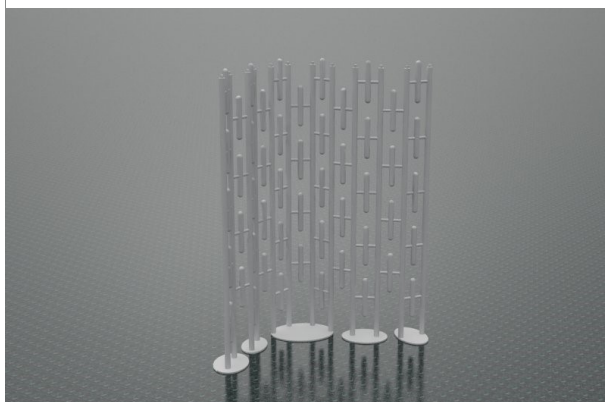
První rendery vznikly pomocí software Rhinoceros 5.0. Viz obrázky níže.



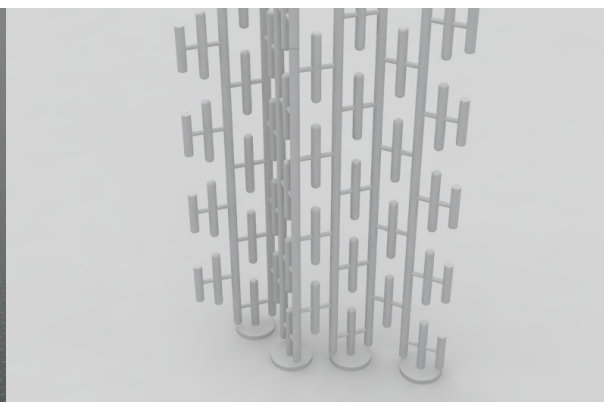
Obrázek 4.10 – Render 1



Obrázek 4.11 – Render 2



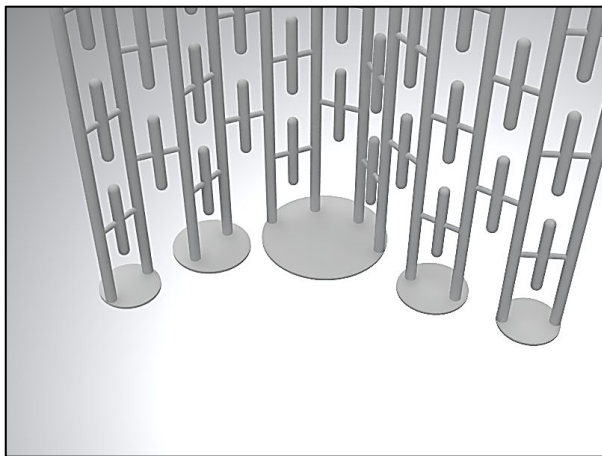
Obrázek 4.12 – Render 3



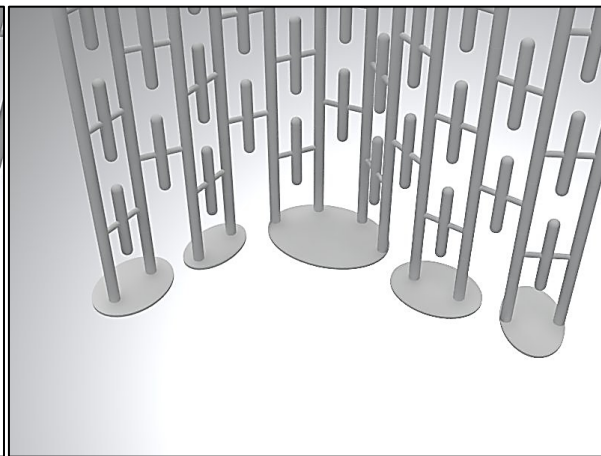
Obrázek 4.13 – Render 4

4.6 Tvarové řešení podstavců

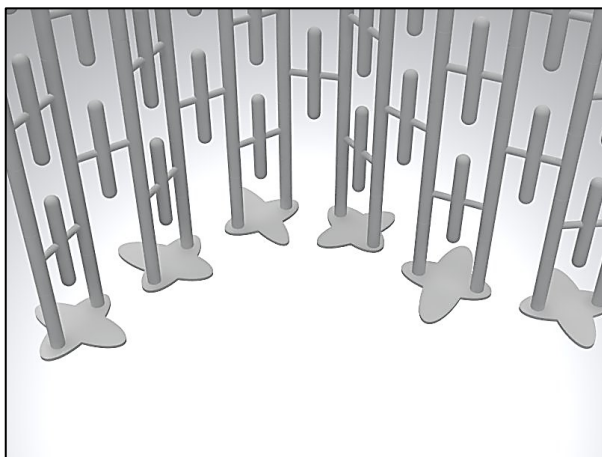
Pomocí software Rhinoceros 5.0 jsem vymodelovala různé varianty podstavců (Viz obrázek 4.14 – 4.19). Díky tomuto kroku jsem došla k názoru, že nejlépe vyhovují podstavy kruhového tvaru, jelikož tyto tvary nevytváří veliký kontrast mezi ostatními prvky, které jsou tvořeny pomocí kružnic a přímek.



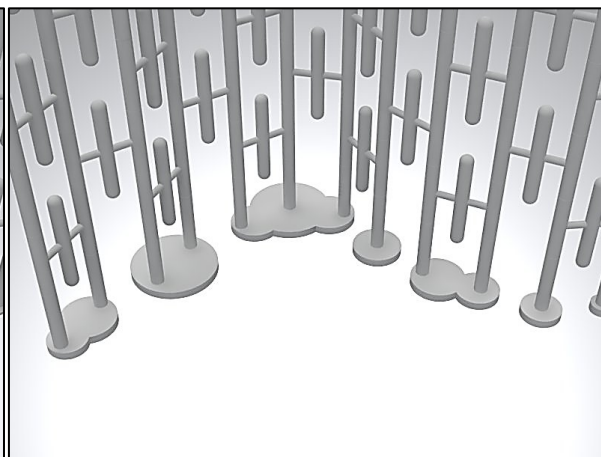
Obrázek 4.14 – Kruhový tvar



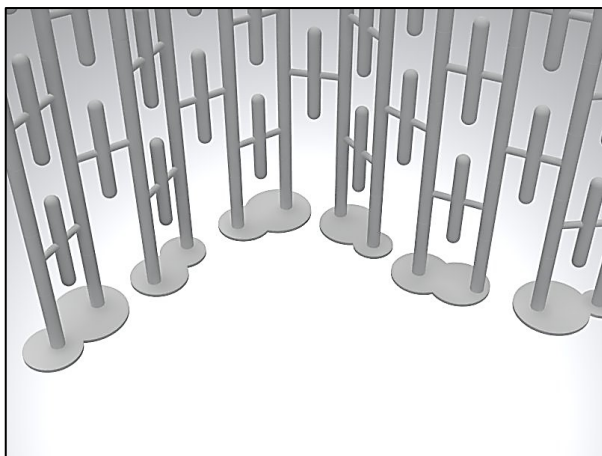
Obrázek 4.15 – Elipsový tvar



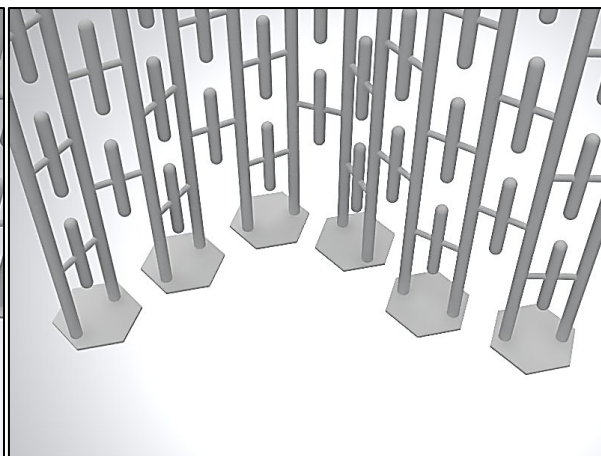
Obrázek 4.16 – Hvězdicový tvar



Obrázek 4.17 – Kombinace kruhových tvarů

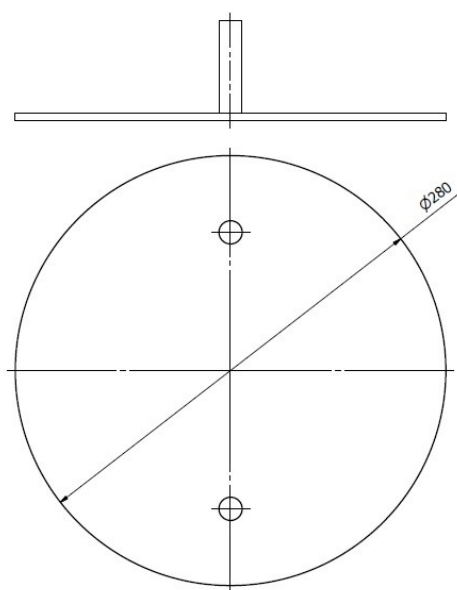


Obrázek 4.18 – Součin kruhových tvarů

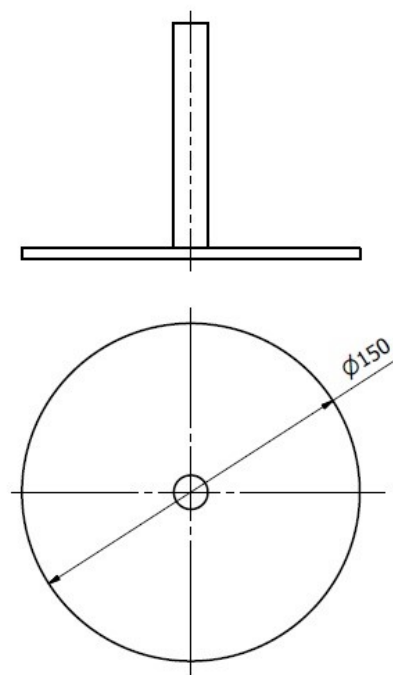


Obrázek 4.19 – Hexagonální tvar

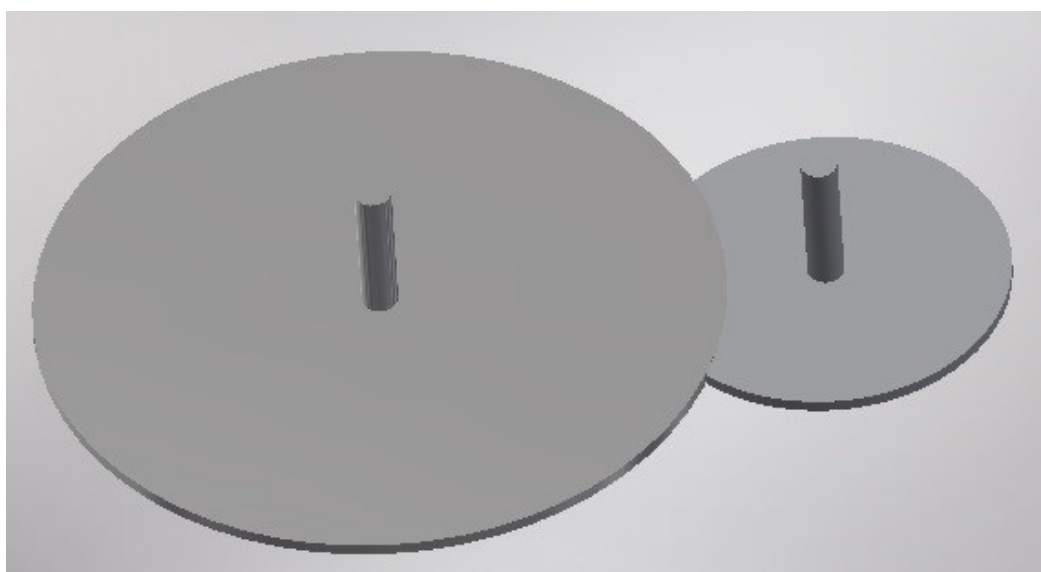
Jako výsledné řešení jsem zvolila tři kruhové tvary, které lze různě kombinovat. První z podstavců je většího průřezu (280 mm), viz Obrázek 4.20. Tento podstavec lze použít dvěma způsoby: buď se navaří dvě kruhové tyče 180 mm od sebe a pomocí spodních dílů se takto ukotví jeden hlavní prvek anebo se navaří jedna trubka a pomocí spodního dílu se nasadí hlavní prvek. Druhá část hlavního prvku se nasadí do spodního dílu a ten se nasadí do menšího podstavce s navařenou trubkou, který je tvořen kruhem s kruhovou výsečí (viz obrázek 4.22). Třetí podstavec je tvořen stejným průměrem jako menší podstavec (viz obrázek 4.21).



Obrázek 4.20 – Velký podstavec

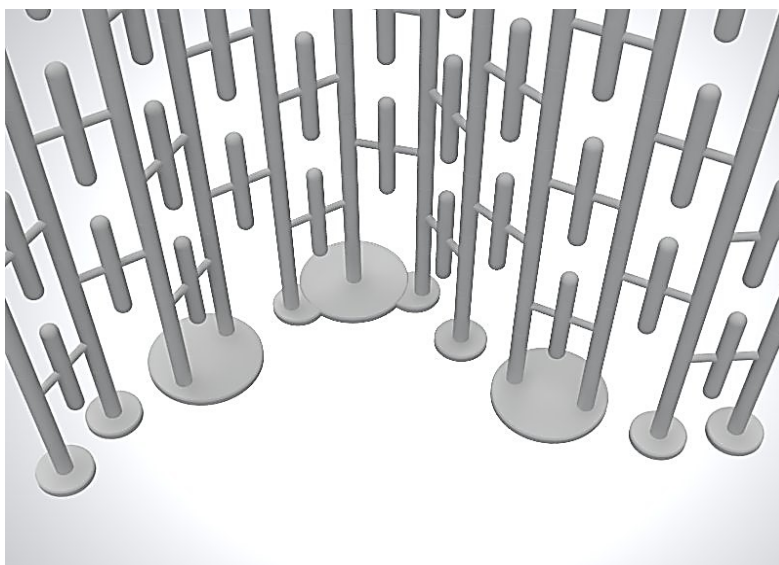


Obrázek 4.21 – Malý podstavec



Obrázek 4.22 – Veliký podstavec s menším výsečovým

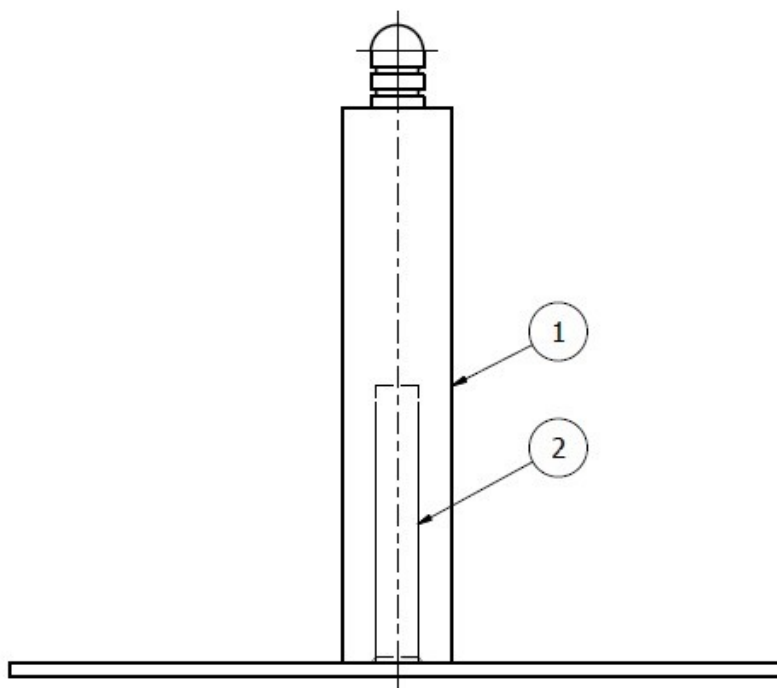
Pro představu je jedno z možných uspořádání vymodelováno na obrázku 4.23, který byl vyhotoven pomocí software Rhinoceros 5.0.



Obrázek 4.23 – Sestavení podstav

4.7 Spojení podstavce s hlavním prvkem

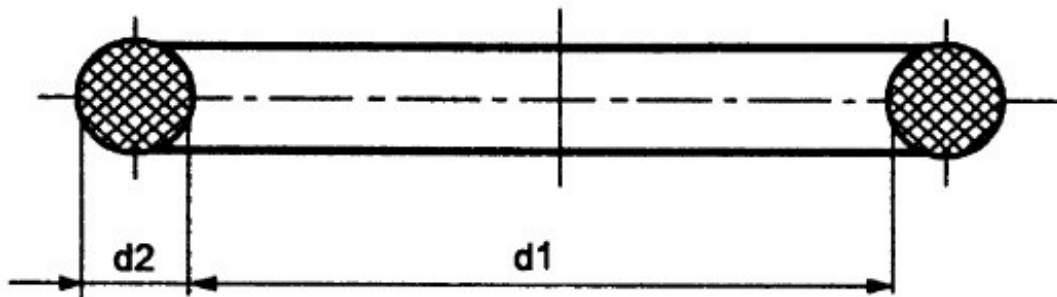
K propojení podstavce s hlavním prvkem jsem vytvořila jeden propojovací prvek stejného charakteru, tzn. válcového tvaru. Tento prvek je propojen s podstavcem pomocí navažené kruhové tyče na podstavci (viz obrázek 4.24).



Obrázek 4.24 – Propojení: 1- spodní prvek, 2- podstavec s navaženou tyčí

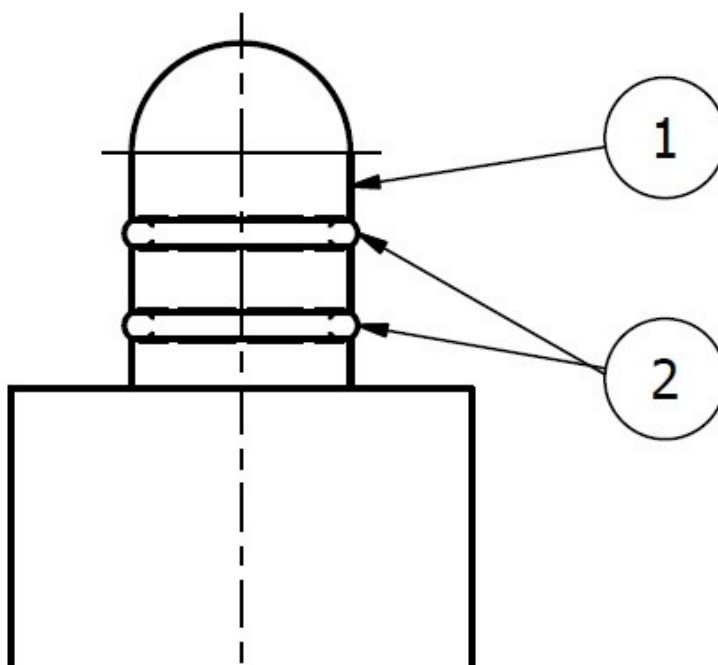
4.8 O-kroužky

Pro zajištění vytvoření bezpečného spoje mezi jednotlivými hlavními modulárními prvky jsem použila o-kroužky. Ty jsou rovněž použity u obdobných spojení dalších prvků použitých na kompletní dělicí stěně. O-kroužky jsou těsnící normalizované součásti kruhového průřezu.



Obrázek 4.25 – O-kroužky schéma

Rozměry o-kroužku jsem stanovila takto: $d1=15\text{ mm}$; $d2=2,65 \pm 0,21\text{ mm}$. Na obrázku 4.26 lze vidět hlavní modulární prvek s použitím právě těchto o-kroužků. Tento obrázek byl vyhotoven pomocí software Inventor.



Obrázek 4.26 – Prvek s o-kroužky: 1-hlavní modulární prvek, 2-o-kroužky

4.9 Výpočty

Hmotnost hlavního modulárního prvku:

Hustota ρ buku evropského, z kterého budou prvky tvořící strukturu stěny vyhotoveny, činí 740 kg/m^3 . Pro výpočet platí:

$\rho = 740 \text{ kg/m}^3$... hustota buku evropského
 $v_1 = 0,2 \text{ m}$... výška bočních válců hlavního modulárního prvku
 $v_2 = 0,3 \text{ m}$... výška prostředního válce
 $r = r_1 = r_2 = 0,02 \text{ m}$... poloměr vertikálních válců
 $r_3 = 0,01 \text{ m}$... poloměr horizontálního válce
 $v_3 = 0,05 \text{ m}$... výška horizontálního válce

$$V = 2 \cdot V_1 + V_2 + 2 \cdot V_3 \quad (1)$$

$$V = 2 (\pi \cdot r_1^2 \cdot v_1) + \pi \cdot r_2^2 \cdot v_2 + 2 (\pi \cdot r_3^2 \cdot v_3)$$

$$V = 2 (\pi \cdot 0,02^2 \cdot 0,2) + \pi \cdot 0,02^2 \cdot 0,3 + 2 (\pi \cdot 0,01^2 \cdot 0,05)$$

$$V = 0,001194 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V \quad (2)$$

$$m = 740 \cdot 0,001194$$

$$\underline{m = 0,8836 \text{ kg}}$$

Výpočet váhy při sestavení stěny 1m x 1m

Pro výpočet váhy dělicí stěny při sestavení $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ je nejdříve třeba určit počet dílu (n) pro toto sestavení. Pro výpočet tedy platí:

V jednu sloupci dělicí stěny $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ se nachází přibližně tři prvky, v řádku se nachází přibližně čtyři prvky. Celkový počet prvku je tedy:

$$n = 3 \cdot 4 = 12 \quad (3)$$

$$M = n \cdot m \quad (4)$$

$$M = 12 \cdot 0,8836$$

$$\underline{M = 10,60 \text{ kg}}$$

Výpočet koutového svarů

Pro vypočítání napětí ve svaru navažené tyče na podstavci při ohybovém momentu $M_b = 40 \text{ Nm}$ jsem použila stránku: e-konstrukter.cz. Při tomto momentu mi vyšlo napětí ve svaru $\sigma = 80,07 \text{ MPa}$. Hodnoty lze vidět na obrázku 4.27.

PEVNOSTNÍ VÝPOČET KOUTOVÉHO SVARU

hodnota meze kluzu v tahu pro běžnou konstrukční ocel (11 373) $R_e = 220 \text{ MPa}$

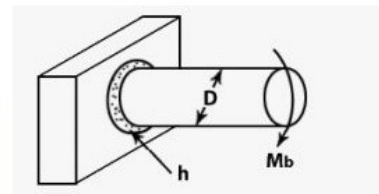
Vstupní parametry

D průměr čepu	<input type="text" value="15"/>	mm	h výška svaru	<input type="text" value="4"/>	mm
M_b ohybový moment	<input type="text" value="40"/>	Nm	R_e mez kluzu v tahu základního materiálu	<input type="text" value="220"/>	MPa

VYPOČÍTAT

Výstupní hodnoty

σ napětí ve svaru	k koeficient bezpečnosti
<input type="text" value="80.072620257789"/> MPa	<input type="text" value="2.0606294569703"/>



Obrázek 4.27 – Výpočet svaru

Napětí na spodní plochu spojovacího prvku

Podstavce budou připevněny k obou bočním částem prvku, tudíž při výpočtu napětí na spodní plochu použiju pouze polovinu váhy tzn. $0,4418 \text{ kg}$. Stanovila jsem, že maximální počet na sobě naskládaných prvků je 9 ($n=9$). Pro výpočet napětí tedy platí:

$m = 0,4418 \text{ kg}$... polovina váhy hlavního modulárního prvku

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ tíhové zrychlení

$n = 9$ počet prvků

$R = 0,02 \text{ m}$ vnější poloměr namáhané plochy

$r = 0,0075 \text{ m}$ vnitřní poloměr namáhané plochy

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{m \cdot g \cdot n}{\pi(R^2 - r^2)} = \frac{0,4418 \cdot 9,81 \cdot 9}{\pi(0,02^2 - 0,0075^2)}$$

$$\sigma = 0,036 \text{ MPa}$$

Toto napětí nepřekračuje dovolené meze, poškození nehrozí.

Výpočet stability

Stabilita se určuje velikostí práce, která je potřebná k převrácení tělesa ze stabilní polohy. Pro výpočet je nutné určit polohu těžiště. Tuto polohu jsem zjistila pomocí Inventoru.

$z_T = 0,637 \text{ m}$... zetová souřadnice těžiště

$m = 13 \text{ kg}$... váha stěny

$a = 0,28 \text{ m}$... délka spodní plochy

$$r = \sqrt{z_T^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad (6)$$

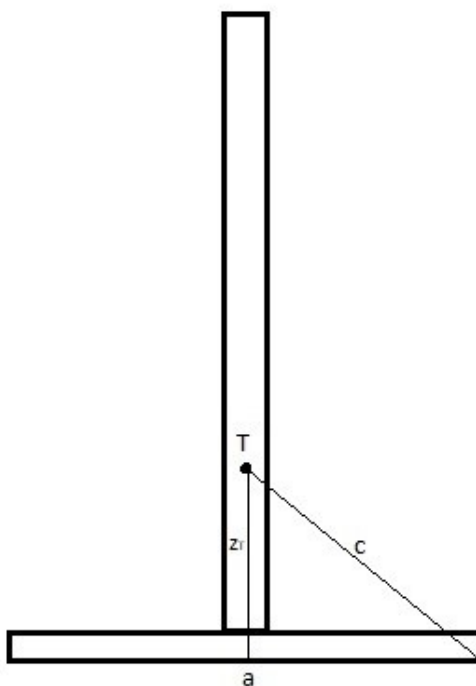
$$r = \sqrt{0,637^2 + \left(\frac{0,28}{2}\right)^2}$$

$$r = 0,6522 \text{ m}$$

$$W = m \cdot g(r - z_T) \quad (7)$$

$$W = 13 \cdot 9,81(0,6522 - 0,637)$$

$$\underline{W = 1,94 \text{ J}}$$



Obrázek 4.28 - Stabilita

Výsledná práce potřebná k vychýlení ze stabilní polohy je velmi nízká, proto není vhodné stěnu stavět do přímého tvaru. Čím méně prvků na sebe naskládáme, tím níž se bude nacházet těžiště, a tím větší bude stabilita.

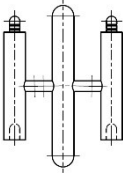


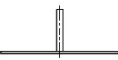

4.10 Volba materiálu

Pro prvky tvořící strukturu dělicí stěny jsem zvolila jako materiál rostlé bukové dřevo. Bukové dřevo má světle krémovou barvu, jeho textura je jemná a pravidelná. Má rozsáhlé využití ve výrobě nábytku, hudebních nástrojů a rukojetí, hlavně díky dobré opracovatelnosti, vysoké pevnosti a možnosti ohýbání.

Pro podstavce jsem zvolila jako materiál ocel, která díky své vysoké hustotě zajišťuje větší stabilitu dělicí stěny. Nevýhodou vyšší hmotnosti ale může být horší manipulace.

Materiály všech dílů dělicí stěny jsou zaznamenány v tabulce 4.29 (viz níže).

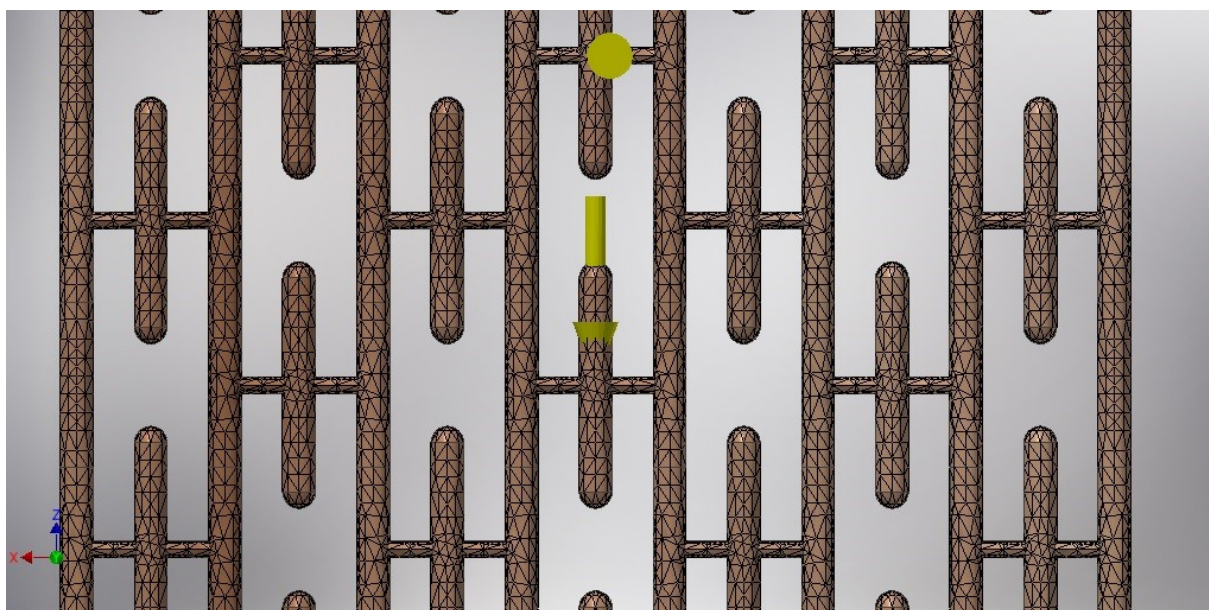
Tabulka 4.29 – Seznam dílů

Obrázek	Název dílu	Materiál
	Hlavní prvek	Bukové dřevo
	Spodní prvek	Bukové dřevo
	Boční prvek	Bukové dřevo
	Podstavec	Ocel
	O-kroužek	Pryž

5 MKP v software Inventor

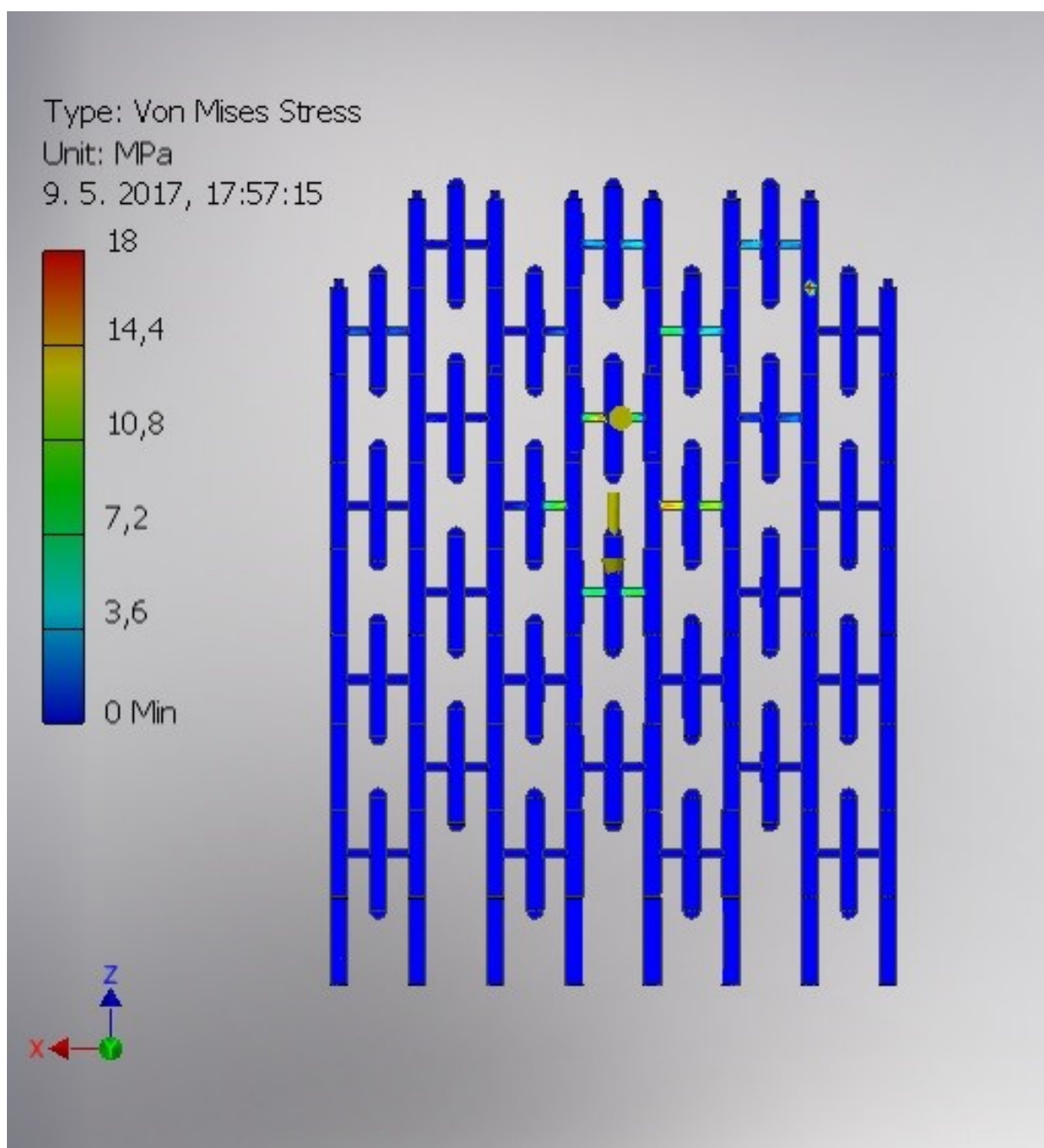
MKP neboli metoda konečných prvků je numerická metoda, jež simuluje průběhy napětí, deformací, proudění tepla a jiné fyzikální vlastnosti na vytvořeném modelu. Používá se zejména k určení kritických míst konstrukce, a to z důvodu předcházení chyb v konstrukcích nebo pro vyřešení jejich redukce.

Software Inventor nabízí možnost provedení analýzy MKP. Pomocí této funkce jsem nasimulovala situaci, kdy se člověk do stěny opře. Sílu lidské paže jsem stanovila na 400 N. Metoda spočívá v nahrazení spojitého prostředí systémem diskretních bodů a zjišťované parametry jsou určovány v jednotlivých uzlových bodech [1]. Tyto uzly tvoří síť, viz obrázek 5.1.



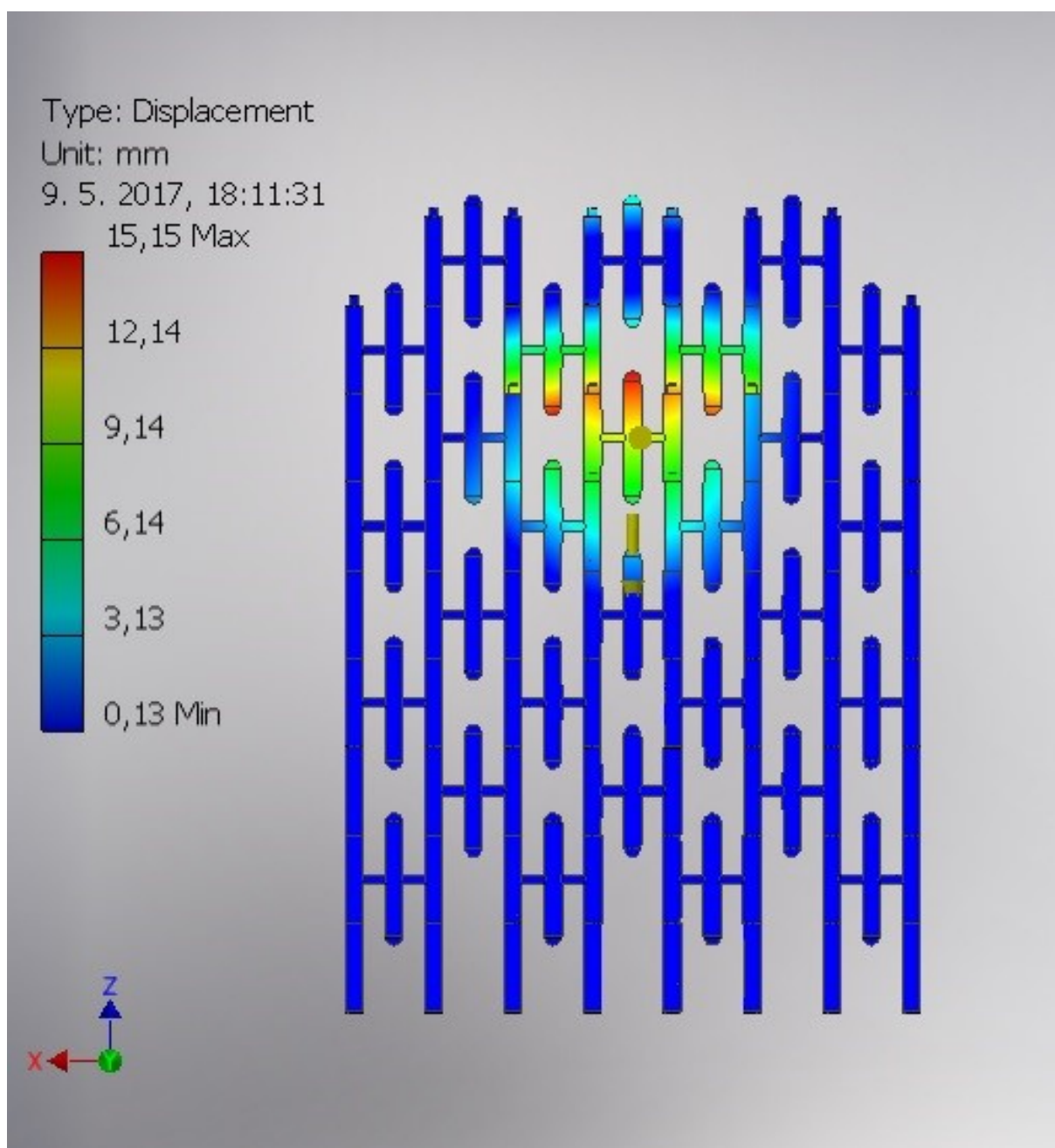
Obrázek 5.1 – Síť uzlů MKP

Pro zajištění správnosti výpočtu jsem zavedla sílu gravitace. Sílu působení lidské paže jsem zavedla ve výšce 1300 mm, což by mohlo přibližně odpovídat výšce ramene, aby natažená ruka působila v pravém úhlu. V částech, kde bude stěna upevněná do podstavců jsem zavedla pevné vazby. Mezi součásti jsem definovala doteky jako oddělení bez posouvání. Výsledné hodnoty simulace lze vidět na obrázku 5.2 a obrázku 5.3.



Obrázek 5.2 – Napětí Von Mises Stress

Na obrázku výše (obrázek 5.2) jsou zobrazeny výstupní hodnoty napětí. Ve výpočtu se maximální hodnoty pohybují kolem 17MPa. Tyto hodnoty se vyskytují zejména na horizontálních částech hlavních prvků. Naměřené hodnoty jsou zanedbatelné a nehrozí narušení či prasknutí. Lze tedy předpokládat, že by stěna vydržela i větší zátěž.

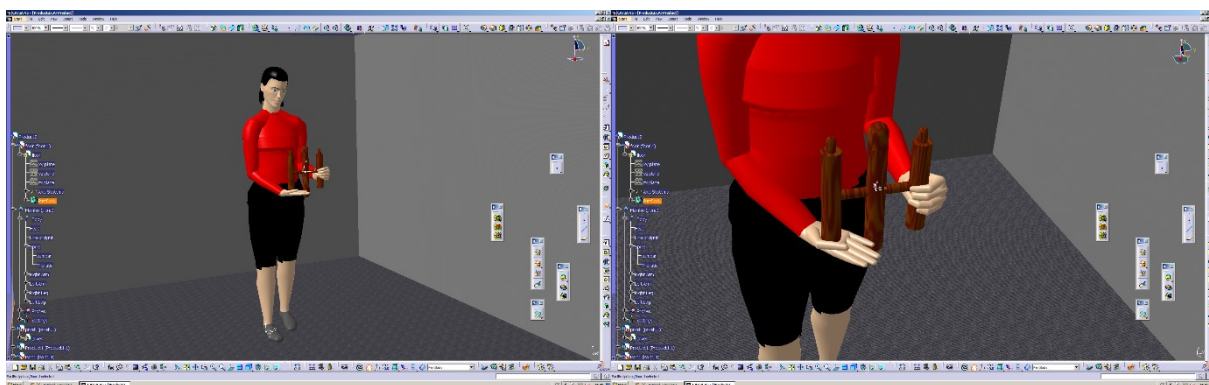


Obrázek 5.3 – Posunutí

U posunutí jsou změny po zavedení sil zřetelnější než u napětí. Maximální posunutí je v tomto případě 15,15 mm. Ani u této simulace se však nejedná o zásadní změnu. Stěna se po vychýlení opět vrátí do výchozí polohy. Po provedení analýzy soudím, že je možné využívat navrženou stěnu i jako odkládací prostor pro zavěšení bundy či kabátu.

6 Workbench Human Builder

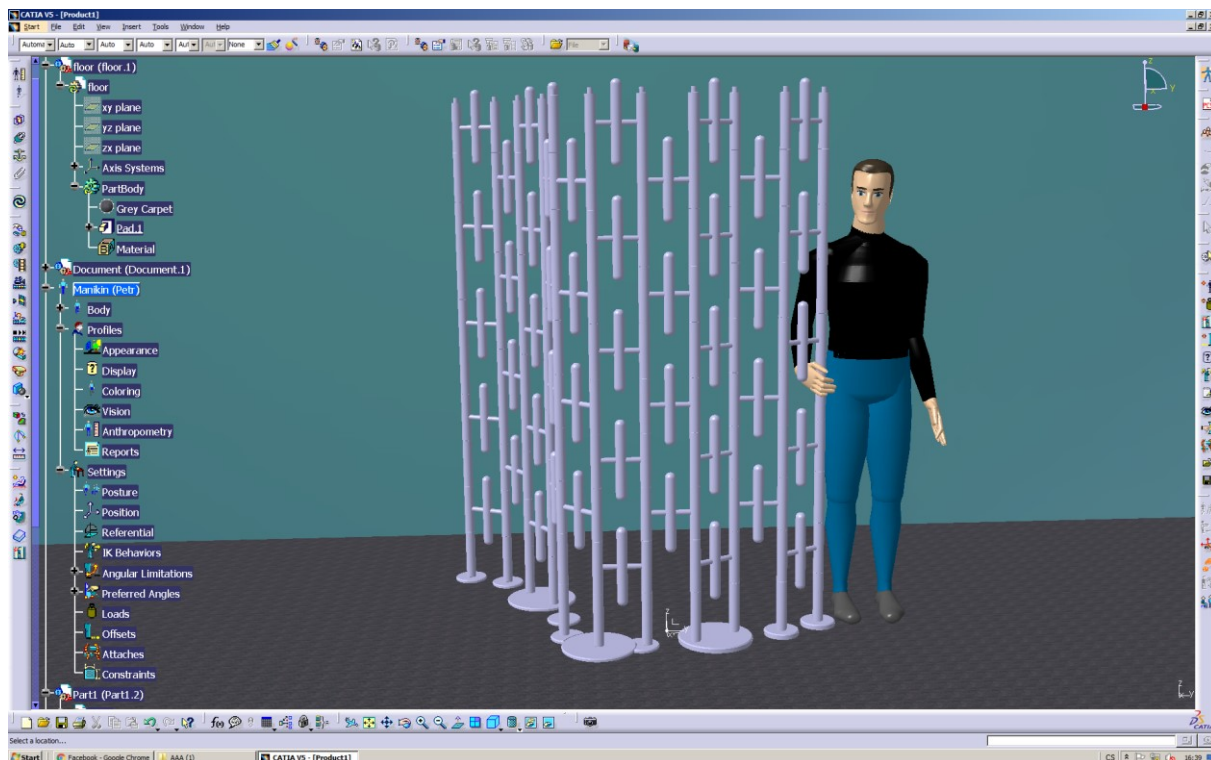
Workbench Human Builder je funkce, kterou nám nabízí 3D CAD software CATIA. Jedná se o možnost přidání manekýna v měřítku do 3D modelu. S manekýnem lze manipulovat, díky čemuž lze zhodnotit vytvořený prvek z ergonomického hlediska a uvědomit si důležité poměry mezi lidským tělem a vytvořenou součástí či sestavou. Tuto funkci softwaru CATIA jsem použila pro konečné vyhodnocení ergonomických parametrů dělicí stěny. Myslím, že dané parametry jsou ergonomicky vhodné, viz obrázky 6.1 – 6.3.



Obrázek 6.1 – Manekýn a jeden prvek

Obrázek 6.2 – Manekýn detail

Nejdříve jsem nasimulovala situaci, kdy manekýn drží v ruce hlavní prvek, jak lze vidět na obrázcích výše. Následně jsem převedla sestavenou dělicí stěnu z Rhinoceros 5.0 do CATIA V5 a nasimulovala situaci zobrazenou níže.



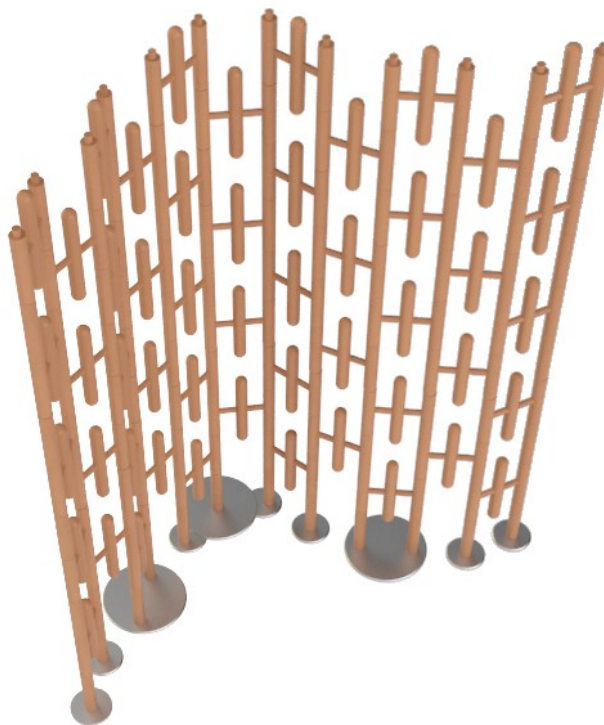
Obrázek 6.3 – Manekýn a stěna

7 Vizualizace

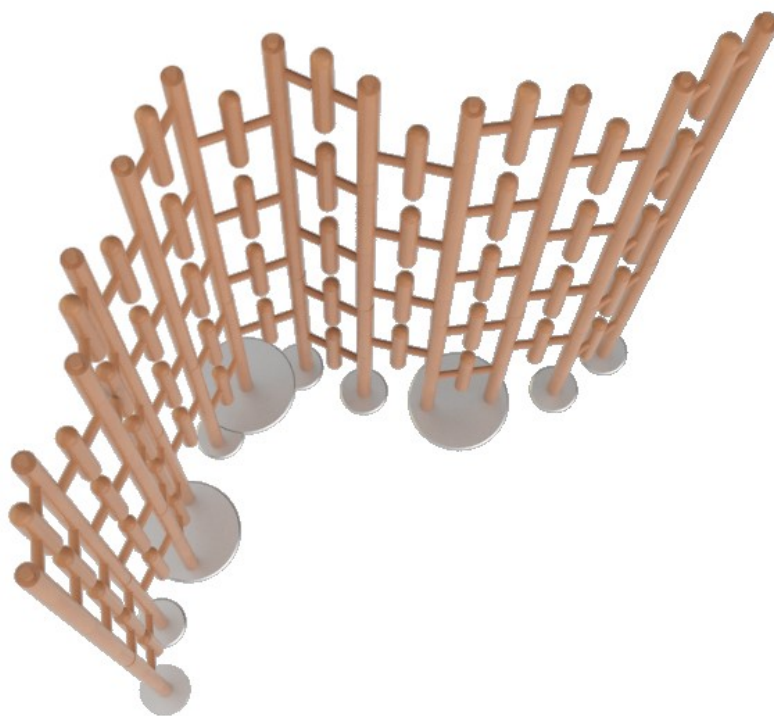
Pro výslednou vizualizaci jsem použila Rhinoceros 5.0 se zásuvným modulem V-Ray 2 for Rhino pro vytvoření fotorealistické vizualizace. (Viz obrázky níže.)



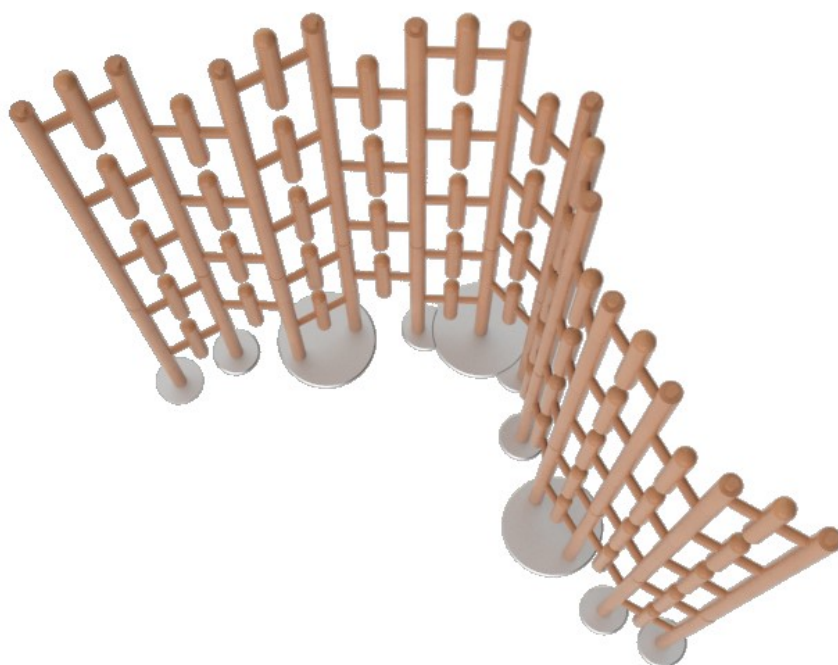
Obrázek 7.1 – Vizualizace 1



Obrázek 7.2 – Vizualizace 2



Obrázek 7.3 – Vizualizace 3



Obrázek 7.4 – Vizualizace 4

8 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout dělicí stěnu, která by splňovala kritéria, jež jsou shrnuty v kap. 2. Tyto cíle byly splněny. Dělicí stěna byla přizpůsobená ergonomickým požadavkům a požadavkům současného designu. Co se týče designu, bylo by možné model ještě více rozpracovat, ale z důvodu nedostatku času k tomu již nedošlo.

Zvolení materiálu bylo inspirováno skandinávským designem, který mě velmi oslovil. Důležitým faktorem byla modulárnost a uzpůsobení stěny dle potřeb uživatele, což jsem zajistila skládanou strukturou dělicí stěny.

Provedla jsem důležité výpočty a MKP analýzu pomocí softwaru Inventor. Vizualizace byly vyhotoveny v programu Rhinoceros 5.0.

Přínosným výstupem této bakalářské práce bylo podání žádosti pro registraci průmyslového vzoru pod názvem „Válcový modul pro sestavu interiérové stěny“ na Úřadě průmyslového vlastnictví.

Poděkování

Děkuji paní doktorce Anně Plchové a panu magistrovi Petru Neničkovi za vstřícnost při řešení této bakalářské práce, za jejich ochotu a přínosné rady. Rovněž děkuji všem, kteří mě při této činnosti podporovali.

Seznam obrázku:

Obrázek 3.1 – Graf členění	10
Obrázek 3.2 – Scale, design: Woven Image a Layer http://layerdesign.com/projects/woven-image/	11
Obrázek 3.3 – Landscape, design: David Karásek http://www.mmcite.com/vyrobky#!parkove-lavicky/landscape/	11
Obrázek 3.4 –Hudson, design: Giorgio Cattelan http://www.cattelanitalia.com/en/product/c24/9B73B07E-3920-41ED-B5E9-D0DD66FBFC63/hudson	12
Obrázek 3.5 –Algue, design: Ronan a Erwan Bouroulled https://www.vitra.com/en-cz/living/product/details/algue	12
Obrázek 3.6 –Lasvit Crystal Wall http://lasvit.com/bespoke-projects/glass-for-architecture/lasvit-crystal-wall--83?i=11	12
Obrázek 3.7 –Swarm, design: Mike & Maaïke http://www.mikeandmaaike.com/#p_swarm	13
Obrázek 3.8 –Sigma http://www.japcz.cz/	13
Obrázek 3.9 –Oxygen B1 http://www.kozioishop.cz/dekorace-a-osvetleni	13
Obrázek 3.10 –Shade http://www.makro.it/en/portfolio-item/shade/	14
Obrázek 3.11 –The lynko system http://nataliageci.com/portfolio/detail/the-lynko-system	14
Obrázek 3.12 –Element http://www.mminterier.cz/produkty/element/	14
Obrázek 3.13 –Skleněná dělicí stěna http://www.imageglass.cz/sklenene-delici-steny/	14
Obrázek 4.1 – Otočný stůl, Obrázek 4.2 - Profily	15
Obrázek 4.3 - Lavička, Obrázek 4.4 - Paranoja	15
Obrázek 4.5 – Skládaná stěna	15
Tabulka 4.6 –Minimální světlé výšky http://www.wikiarch.cz/wiki/minimalni-svetle-vysky-v-obytnych-mistnostech/	16
Obrázek 4.7 – Zvolení vhodného průměru	17
Obrázek 4.8 – Hlavní modulární prvek	18
Obrázek 4.9 – Spojovací díl	19
Obrázek 4.10 – Render 1	19
Obrázek 4.11 – Render 2	19
Obrázek 4.12 – Render 3	19
Obrázek 4.13 – Render 4	19

Obrázek 4.14 – Kruhový tvar, Obrázek 4.15 – Elipsovité tvar	20
Obrázek 4.16 – Hvězdovitý tvar, Obrázek 4.17 – Kombinace kruhových tvarů	20
Obrázek 4.18 – Součin kruhových tvar, Obrázek 4.19– Hexagonální tvar	20
Obrázek 4.20 – Velký podstavec, Obrázek 4.21 – Malý podstavec	21
Obrázek 4.22 – Velký podstavec s menším výsečovým	21
Obrázek 4.23 – Sestavení podstav.	22
Obrázek 4.24 – Propojení: 1- spodní prvek, 2- podstavec s navařenou tyčí	22
Obrázek 4.25 – O-kroužky schéma	
P. Vávra, J. Leinveber, Strojnické tabulky-druhé doplněné vydání: Albra, 2005 ISBN 80-7361-011-6	23
Obrázek 4.26 – Prvek s o-kroužky: 1-hlavní modulární prvek, 2-o-kroužky	23
Obrázek 4.27 - Výpočet svaru	26
Obrázek 4.28 - Stabilita	
Tabulka 4.29 - Seznam dílů	27
Obrázek 5.1 – Síť uzlů MKP	28
Obrázek 5.2 – Napětí Von Mises Stress	29
Obrázek 5.3 – Posunutí	30
Obrázek 6.1 –Manekýn a jeden prvek, Obrázek 6.2 – Manekýn detail	31
Obrázek 6.3 – Manekýn a stěna	31
Obrázek 7.1 – Vizualizace 1	32
Obrázek 7.2 – Vizualizace 2	32
Obrázek 7.3 – Vizualizace 3	33
Obrázek 7.4 – Vizualizace 4	33

Zdroje:

[1] www.wikipedia.cz

[2] P. Vávra, J. Leinveber, *Strojnické tabulky-druhé doplněné vydání: Albra, 2005 ISBN 80-7361-011-6*

[3] <http://lms.vsb.cz/course/view.php?id=30750>

Použité software:

[4] Autodesk Inventor Professional 2016

[5] Rhinoceros 5.0

[6] CATIA V5

Seznam příloh:

[7] CD s PDF bakalářské práce

[8] sestavný výkres

[9] dílenský výkres